仕 様 書（役務）

1．件名　　　内部被ばく線量評価システムの開発

2．数量　　　1式

3．目的　　　福島第一原子力発電所事故に伴い、当該原発近隣住民の内部被ばく線量評価に関する線量計算に用いる。

4．納入時期　平成25年2月15日（金）

5．仕様　　　別添資料による

6．保証期間　納入より1年間は、障害等に対する無償保証を行うこととする。

7．提出図書　取扱説明書　　3部
　　　　　　作業成果報告書　3部

8．納入場所：千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1　放射線医学総合研究所
（詳細な設置場所は契約後に協議の上決定する。）

9．検査　　　当研究所の検査職員が実施する納品物の仕様に関する検査の合格をもって納品完了とする。

部課名：緊急被ばく医療研究センター被ばく線量評価部
使用者氏名：栗原　治

（別添資料）

内部被ばく線量評価システムの開発に係る仕様書
（役務）

1. 件名　内部被ばく線量評価システムの開発

2. 概要

2－1 目的

平成23年3月11日に発生した東日本大震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所事故により，多量の放射性物質が周辺環境中に放出される事態に至った。当該原発を中心に半径20 km圏内の住民については避難勧告（3月12日），半径20 kmから30 km圏内の住民については屋内退避の指示（3月15日）が出され，住民に対する放射線防護措置が図られたものの，将来における放射線による健康リスクを判断する上で，住民の個人被ばく線量評価は重要である。現在までに，外部被ばく線量の推計は放射線医学総合研究所（以下，放医研）で進められており，内部被ばく線量の推計は福島県等がホールボディカウンタ（WBC）と呼ばれる機器を用いた検査によって実施されている。しかしながら，後者については，昨年度の6月に放射線医学総合研究所（以下，「放医研」）が先行調査として実施した検査が初めであり，放射性ヨウ素に代表される短半減期核種に対する測定が既に困難な状況であった。したがって，事故初期に存在していた短半減期核種を含めた内部被ばく線量の推計，及びそのための放射性物質の摂取状況に関するモデル化（線量再構築）が急務である。

放医研では，資源エネルギー庁からの委託事業である「平成24年度原子力災害影響調査等事業（事故初期のヨウ素等短半減期による内部被ばく線量評価調査）」を受託し，その成果を今年度中に報告することになっている。本仕様は，この事業の中核となる周辺公衆の初期内部被ばく線量評価を適切にかつ容易に行うためのシステムの開発に係る仕様を定めるものである。なお，本システムは，放医研が開発を進めている大気拡散シミュレーションに基づく内部被ばく線量計算プログラムについて，その機能拡張を行うものである。

2－2　納品物及び納品方法

① 作成したシステムの実行ファイル，取扱い説明書及び試験成績書を収めた電子媒体（DVD又はCR-ROM）
② 作成したシステムを発注者が指定したシステム専用機にインストール
③ 作業工程表，作業実施体制表，及び契約締結後に発注者側との協議により決定した事項をまとめた議事録

2－3　納期

平成25年2月15日（金）

2－4　検収

発注者が指定したシステム専用機に構築し，担当者の立会いの下，所定の機能が適切に作動することの確認及び納入物品の精査を以って，検収とする。

2－5　納品先

当研究所（千葉市稲毛区穴川 4-9-1）内，緊急被ばく医療共同実験施設 D-106 室（内線 372）

3. 計算処理

本システムは，適切に再現された放射性核種の大気拡散シミュレーション結果を用い，東京電力福島第一原子力発電所事故（以下，当該事故）の初期段階（事故発生から概ね 1 か月間）における周辺住民の内部被ばく線量について，以下に述べる計算を行う。

3－1　個人線量計算

個人線量計算とは，すなわち，国際放射線防護委員会（ICRP）が定義する標準的な生理学的特性を有する代表的個人が任意の行動パターンをした際に受ける内部被ばく線量を計算する。計算対象とする代表的個人は，①乳児，②1 歳児，③5 歳児，④10 歳児，⑤15 歳児及び⑥成人とし，それぞれの年齢区分に応じた生理学的パラメータ及び線量係数を用いた内部被ばく線量及び所定の体内残留量の計算を行う。行動パターンは，当該事故発生からの経過時刻に対応した滞在場所及び滞在時間ならびにその他，放射性核種の吸入摂取量に影響する因子（滞在場所の屋内外及び防護対策）を含む一連のデータセットで与える。このデータセットから，任意時刻における滞在場所の空気中濃度を大気拡散シミュレーション結果から抽出される。なお，プルーム通過時における屋外と屋内の空気中濃度の差を考慮する。

3－2　集団平均線量計算

集団平均線量計算とは，すなわち，対象とする地域に居住する年齢別人口分布を用い，年齢区分毎に算定された代表的個人の内部被ばく線量と当該人口数を乗じ，これを全年齢区分で合計して平均することによって得られる。考慮すべき年齢区分は，利用可能な人口分布データを考慮して決定する。集団平均線量計算は市町村単位を基本とし，発注者が指定する地域とする。

3－3　大気拡散シミュレーション

三次元気象モデルによる現実的な気象場計算と，これに引き続く大気拡散モデルによる放射性核種の移流，拡散，地表沈着に関する計算を実施して得られる地表付近の空気中濃度を用いる。大気拡散シミュレーションの計算領域は，3－2 を考慮した最適な範囲とする。なお，本システムでは，任意の計算領域及び計算メッシュ幅で得られた大気拡散シミュレーションの計算結果を取り込んで 3－1 及び 3－2 の記載された線量計算が行えるようにすること。

3－4　使用データの仕様

3－1 から 3－3 の計算に使用するデータには下記のものを用いる。ただし，発注者との協議による

了承が得られた場合はこの限りではない。

(1) 預託実効線量係数及び預託等価線量係数（甲状腺）: ICRP Publication 72 または ICRP CD ROM1
(2) 代表的個人の生理学的パラメータ（呼吸率）: ICRP Publication 66 または ICRP Publication 72
(3) 代表的個人の生理学的パラメータ（代謝パラメータ）: ICRP Publication 56, 67, 69, 71, 72
(4) 放射性核種の体内残留率：放医研で開発した MONDAL（Monitoring to Dose Calculation）
(5) 集団平均線量計算に用いる年齢別人口分布：最近数年以内に得られた地図情報とリンクされた各行政区分毎の人口分布データ。ここで，対象とする行政範囲は，発注者との協議の上で決定する。
(6) 地表付近大気中濃度データ：計算領域として放出源を中心とした半径 300 km を含む長方形とした範囲。計算メッシュ幅は 3 km×3 km 以下。拡散シミュレーションを行う核種は，^{131}I 及び ^{137}Cs とし，協議の上で他数核種を追加する。当該データは 1 時間の平均値として与えられる。
(7) 計算対象核種：^{134}Cs, ^{136}Cs, ^{137}Cs, ^{131}I, ^{132}I, ^{133}I, ^{132}Te 及び文部科学省が実施する環境モニタリングにおけるその他の核種の内で発注者が指定する核種。上記核種の内，拡散シミュレーションを行わない核種については，文部科学省のモニタリングデータから得られる ^{137}Cs に対する存在比等から内部被ばく線量を計算する。

4. システム要件

4−1 処理フロー

本システムの全体処理フローの図 1 に示す。同図に示す個々の処理ステップの仕様は表 1 に記述する通りである。
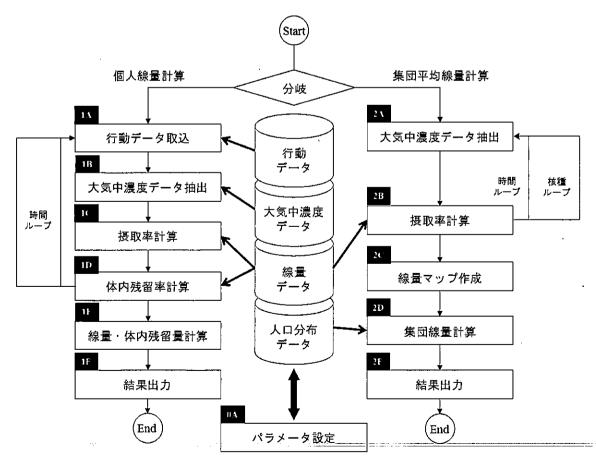
図1 システムの全体処理フロー

表1　システム内の個々の処理ステップの仕様

処理ステップ	仕様
0A　パラメータ設定	● 図1に示す線量データ（預託実効線量係数，預託等価線量係数，呼吸率など内部被ばく線量に用いるデータセット），防護係数，屋内濃度変化パラメータ，核種存在比及び人口分布データ等の表示，編集を行う。 ● 大気中濃度データの計算領域，メッシュ幅の指定及びシステムに格納するデータセットを指定する。ここで，計算領域は緯度・経度，メッシュ幅は計算領域の東西・南北方向の分割数で指定する。 ● 計算結果を収録したファイルの保存場所を指定する。
1A　行動データ取込	● 新規または既に作成した行動データを含むファイルを取込み，システム画面に表示する。 ● 行動データは，滞在場所／滞在期間（開始時刻－終了時刻）の時系列情報，及びこれに付随する情報（屋内外，防護措置など）である。行動データの最大レコード数は500以上とする。
1B　大気中濃度データ抽出	● 行動データにある滞在場所／滞在期間に該当する大気中濃度を所定のデータセットから抽出する。抽出条件は，滞在場所の緯度・経度で行う。 ● 該当するメッシュの大気中濃度データが存在しない場合，それを結果レポート（1F）に表示し，大気中濃度をゼロとして処理する。
1C　摂取率計算	● 大気中濃度データが与えられる時間ステップ毎（1時間毎）に，個々の評価対象核種に対する摂取率を計算する。これを当該日で積算することにより1日摂取量を計算する。 ● 摂取率の計算は，大気中濃度に評価対象年齢に応じた呼吸率及び屋内中濃度の時間変化を考慮した防護係数を乗じて求める。
1D　体内残留率計算	● 個人計測（甲状腺または全身）日を指定し，1Cで計算した1日摂取量から体内残留量を計算する。 ● ^{131}I，^{134}Cs 及び ^{137}Cs についての体内残留率は，ICRPの定める所定の体内動態モデル及び呼吸気道モデルに基づいて受注者が整備する。
1E　線量・体内残留量計算	● 1Cで計算した1日摂取量を所定の期間にわたって積算することにより，預託実効線量・預託等価線量の総量を算出する。所定の期間とは，2011年3月11日0時から2011年4月30日24時までの間，または発注者が定める期間とする。 ● 1Dで計算した1日摂取量当たりの体内残留量を上記と同一の期間について積算し，摂取開始日から2012年3月11日までの任意の個人計測日において，総摂取量に対する体内残留量が得られるようにする。 ● 評価核種は，3－4（7）に掲げるとおりとする。

表1　システム内の個々の処理ステップの仕様（続き）

処理ステップ	仕様
1F　結果出力	● ①評価核種毎の預託実効線量及び預託等価線量及びこれらの合計値，②指定した個人計測日における体内残留量（特に，^{134}Cs，^{137}Cs の全身残留量及び ^{131}I の甲状腺残留量），③評価期間の各日における核種毎の1日摂取量。 ● 計算結果はテキストファイルに出力する。
2A　大気中濃度データ抽出	● 全メッシュの大気中濃度データを抽出する。
2B　摂取率計算	● 1C に準じる
2C　線量マップの作成	● 2B で計算される1日摂取量を，所定の期間にわたって積算することにより，各メッシュの預託実効線量・預託等価線量の総量を算出することで，線量マップを作成する。所定の期間とは，2011年3月11日0時から2011年4月30日24時までの間，または発注者が定める期間とする。 ● 上記の線量マップは，評価核種毎，年齢別毎に作成する。
2D　集団平均線量計算	● 3−2 に記載した市町村について，2C で導出した線量マップを元に，市町村境界内に含まれるメッシュの線量を平均することで，当該市町村の代表線量とする。代表線量は年齢区分毎に導出する。 ● 年齢区分毎の代表線量に当該年齢の人口を乗じ，これらを全年齢区分で合計することにより集団線量を計算する。
2E　結果出力	● 各市町村毎の集団線量計算結果及び途中計算結果をテキストファイルに出力する。

4−2　インターフェース

開発するシステムは GUI（Graphical User Interface）を実装することにより，4−1 に示した処理フローを容易に実行できる様にするとともに，計算結果を視覚的に解り易く表示すること。GUI の仕様を以下に示す。受注者は発注者との協議の上，これらに相当する機能を有する GUI を開発する。

(1) パラメータ設定（0A）

以下のデータの表示，修正，設定を，GUI を介して行うことができる。

① 核種別，年齢別の実効線量係数及び（甲状腺）等価線量係数
② 核種別，年齢別の核種体内残留率
③ 年齢別，生活習慣別呼吸率（ICRP Publ.66 に準拠）
④ 福島県，茨城県，宮城県，栃木県の市町村別人口分布
⑤ 拡散シミュレーションデータの領域，メッシュ数及びファイルの指定

(2) 個人線量計算（1A～1F）

以下のデータの表示，修正，設定を，GUIを介して行うことができる（図2参照）。

① 核種別の大気中濃度分布の経時変化

② ①の画像上に選択した行動データファイルの重ね表示

③ 選択した行動データのトレンド

④ 行動データから選択した複数地点（数か所程度）の時系列空気中濃度トレンド

⑤ 摂取率，積算摂取量の時系列トレンド

⑥ 評価対象核種毎の実効線量，等価線量及びこれらの評価期間の合計線量

⑦ 評価期間
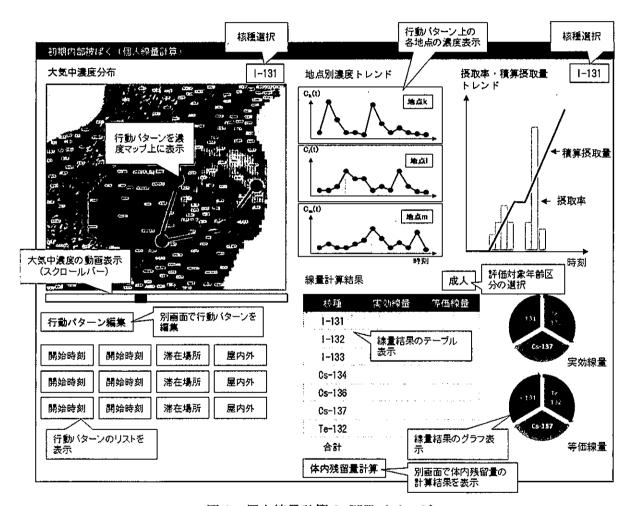
図2　個人線量計算のGUIイメージ

(3) 集団線量計算（2A～2E）

以下のデータの表示，修正，設定を，GUIを介して行うことができる（図3参照）。

① 拡散シミュレーションデータ（大気中濃度）を積算して得られる線量マップ。この線量マップは，核種，年齢，実効/等価線量，評価期間，呼吸率の生活習慣の違いに応じて個別に表示できるものとする。

② 市町村単位の人口マップ（表示のみ）

③ 集団線量計算結果として各市町村の年齢別線量をテーブルに表示。
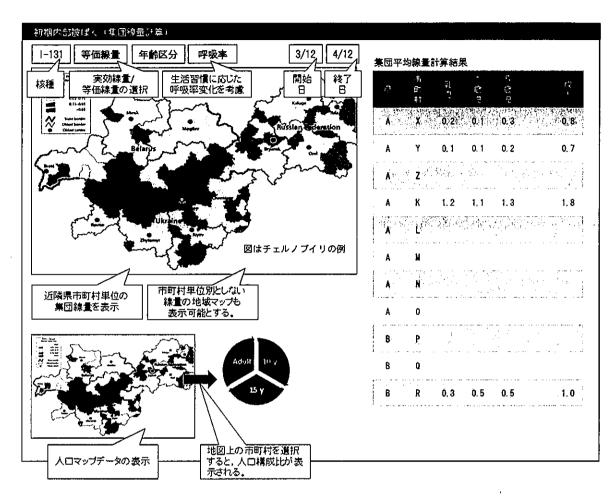
図 3　集団平均線量計算の GUI イメージ

(4) 行動データ入力支援

以下のデータの表示，修正，設定を，GUI を介して行うことができる（図 4 参照）。

① 地図上に行動データレコード毎の滞在場所を表示

② 行動データのレコード追加，削除

③ 住所または郵便番号から該当する地点の緯度経度を自動計算

④ 各滞在場所の屋内外の指定
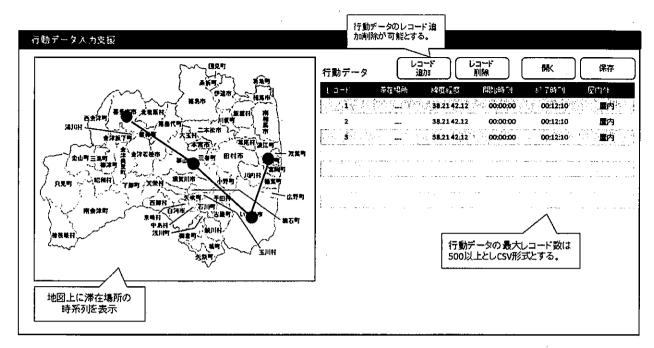
図 4　行動データ入力支援機能の GUI イメージ

(5) インストール機能

上記 (1) ～ (4) によって整備された GUI を、Windows が稼働している任意の端末機へ GUI を用いた簡易な手続きで導入可能にする。

5. ハードウエア・ソフトウエア要件

5－1　ハードウエア要件

表 2 に示すハードウエア仕様に相当する端末機（PC）に本システムを構築する。端末機は発注者が準備し，本システムの開発期間は受注者に貸与する。

表 2　ハードウエア仕様

項目	仕様
機種	h9-1290jp/CT（日本 HP）相当
OS	Windows® 7 Professional　(64bit)　Service Pack 1
プロセッサー	インテル® Core™ i7-3820 プロセッサー
筐体	ミニタワー型
メモリ	8GB
ハードライブ	1TB
オプティカルドライブ	DVD スーパーマルチドライブ
グラフィックス	NVIDIA® GeForce® GTX550Ti ビデオメモリ 1GB

外部インターフェース	ネットワークコントローラ：10 / 100 / 1000 Mbps オンボードネットワークコネクション USB ポート：USB3.0 ポート×2 以上
モニタ	23 型 LED 液晶×2

5－2　ソフトウェア要件

内部被ばく線量評価システムにおけるソフトウェア要件を以下に示す。すべて入手可能なソフトウェアでの構成を検討すること。開発ソフトウェアの採択に当たってはライセンス要件等にも留意すること。実際に採用するソフトウェア要件については、放医研への承諾を得た上で作業の実施を行うこと。

(1)　OS
　Windows 7 Professional (64bit) SP1 日本語版

(2)　データベースサーバ
　（利用が必要である場合）PostgreSQL や MySQL 等のオープンソースデータベース

(3)　開発言語
　C#言語

6. 情報セキュリティ要件

6－1　機密保持

本業務の一切（当研究所から開示された資料や情報を含む）について，秘密の保持に留意し，漏えい防止の責任を負う。

6－2　情報セキュリティ対策

(1)　受注者は，本業務の実施において情報セキュリティを確保するための体制を整備するとともに，情報漏えい等の情報セキュリティ侵害への対策を十分に講ずること。

(2)　受注者は，本業務に係る情報セキュリティ対策の履行状況について，発注者が報告を求めた場合には速やかに報告するとともに，情報セキュリティ対策について発注者が改善を求めた場合には，発注者と協議の上，合意した体制を実施すること。

(3)　受注者は，機密保持等及び情報セキュリティ対策の事項に違反した事実を認めた場合には速やかに発注者に報告するとともに，発注者の指示に従い必要な措置を講ずること。

(4)　本業務実施に当たっては，要員に対しては個人情報の取り扱いを含む情報セキュリティ教育を実施すること。

7. 検査要件

受注者は検査実施計画書を作成し，発注者の了承を得ること。なお，実施する検査項目には表 1 に示したシステム内の個々の処理ステップの仕様を満たすこと。GUI についても仕様書に定める内容の機能が行えること。

8. 瑕疵責任

受注者は，以下の瑕疵担保責任を負うものとする。瑕疵担保責任期間は当研究所の検収後 1 年間とする。

- 受注者は，受注者は本業務にて納入する全ての納入成果物について，瑕疵担保責任を負う。
- 受注者は，納入成果物に瑕疵があった場合，納入成果物を修正の上，提出する。

9. 知的財産権

(1) 本業務の納入成果物の著作権は，検収が完了した時点で，当研究所に移転する。ただし，本業務実施以前に他で通常共通して使用されたもの，受注者がこの契約締結前から権利を有している著作権等を除く。

(2) 業務における成果物に第三者が権利を有する著作物が含まれる場合，受注者は当該著作物の使用に必要な費用負担や使用許諾契約に係る一切の手続きを行うこと。この場合は，事前に発注者に報告し，了承を得ること。なお、第三者との間に著作権に係る権利侵害の紛争が生じたときは，当該紛争の原因が自ら発注者の責に帰す場合を除き，受注者の責任，負担において一切を処理すること。

10. その他

(1) 受注者は，本件に係る作業において不明な点が生じたときは遅滞なく報告し，発注者と協議を行い，その決定に従うこと

(2) 受注者は，発注者の要求に応じて作業進捗状況を速やかに報告すること。また，発注者が実施する「平成 24 年度原子力災害影響調査等事業（事故初期のヨウ素等短半減期による内部被ばく線量評価調査）」の枠組みにおいて開催する国際シンポジウム（翌年 1 月 27 日予定）において，線量計算結果を提示すること。

－以上－